

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3601569 A1**

②① Aktenzeichen: P 36 01 569.5
②② Anmeldetag: 21. 1. 88
②③ Offenlegungstag: 23. 7. 87

⑤ Int. Cl. 4:
C08J 5/16

C 08 K 3/30
B 32 B 15/08
B 32 B 7/02
F 16 C 33/24
// (C08J 5/16,
C08K 3:30)C08L 27:1
2,59:00,71:00,79:08,
81:00

DE 3601569 A1

⑦① Anmelder:
Kolbenschmidt AG, 7107 Neckarsulm, DE

⑦④ Vertreter:
Rieger, H., Dr., Rechtsanwalt., 6000 Frankfurt

⑦② Erfinder:
Bickle, Wolfgang, 6831 Reilingen, DE; Baureis,
Hans-Paul, 6809 Dielheim, DE; Braus, Jürgen,
Dipl.-Ing., 6809 Walldorf, DE

⑤④ **Verbund-Gleitlagerwerkstoff**

Bei einem Verbund-Gleitlagerwerkstoff ist auf einen metallischen Rauhrund eine Matrix aus Polymerem so aufgebracht, daß diese über dem Rauhrund eine Reib- bzw. Gleitschicht bildet. Zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit enthält die Matrix Zinkseifid bzw. Bariumsulfat mit einer Korngröße von 0,1 bis 1,0 μm mit einer mittleren Korngröße von 0,3 μm .

DE 3601569 A1

1. Verbund-Gleitlagerwerkstoff, bei dem eine Matrix aus Polymerem so mit einem metallischen Rauhrund verbunden ist, daß über dem Rauhrund eine 0,01 bis 2,0 mm dicke Reib- bzw. Gleitschicht aus Polymerem vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrix 5 bis 40 Vol.% Zinksulfid oder Bariumsulfat mit einer Korngröße von 0,1 bis 1,0 µm mit einer mittleren Korngröße von 0,3 µm enthält.
2. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das die Matrix bildende Polymere aus Polytetrafluoräthylen, Polyvinylidenfluorid, Polyethersulfon, Polyetheretherketon, Polyetherimid, Polyphenylensulfid, Polyacetal oder Polyimid besteht.
3. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das die Matrix bildende Polymere aus einem Gemisch von wenigstens zwei Polymeren im Volumenverhältnis von 5 bis 35% besteht.
4. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymere Glasfasern, Glaskugeln, Kohlefasern, Keramikfasern und Aramidfasern einzeln oder zu mehreren in einer Menge von 5 bis 40 Vol.%, vorzugsweise 10 bis 25 Vol.% enthält.
5. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlefasern, Glasfasern, Keramikfasern und Aramidfasern eine Länge von ≤ 500 µm, vorzugsweise 50 bis 300 µm und einen Durchmesser von ≤ 100 µm, vorzugsweise 5 bis 50 µm und die Glaskugeln einen Durchmesser von 1 bis 50 µm besitzen.
6. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rauhrund durch mechanisches oder chemisches Aufrauen der Oberfläche einer metallischen Stützschrift, vorzugsweise aus Stahl, Bronze oder einer hochfesten Aluminiumlegierung, gebildet ist.
7. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rauhrund durch eine auf eine metallische Stützschrift, vorzugsweise aus Stahl, porös aufgesinter- te oder aufgespritzte Schicht aus Bronze gebildet ist.
8. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rauhrund aus Streckmetall besteht.
9. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zinksulfidteilchen 1 bis 5 Vol.% Bariumsulfat und ggf. noch 0,05 bis 0,5 Vol.% Zink- oxid enthalten.
10. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, bestehend aus 55 Vol.% Polytetrafluoräthylen mit einer Korngröße von >3 µm bis <10 µm, 15 Vol.% Glasfasern mit einem Durchmesser von ≤ 20 µm und einer Länge von ≤ 150 µm, 25 Vol.% Zinksulfid mit einer Korngröße von ≤ 1 µm und 5 Vol.% Aramidfasern mit einem Durchmesser von ≤ 10 µm und einer Länge von ≤ 300 µm.
11. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, bestehend aus 55 Vol.% Polyvinylidenfluorid mit einer Korngröße von >60 bis <315 µm, 25 Vol.% Zinksulfid mit ei-

ner Korngröße von ≤ 1 µm und 20 Vol.% Glasku- geln mit einem Durchmesser von 1 bis 50 µm.

12. Verbund-Gleitlagerwerkstoff nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, bestehend aus 60 Vol.% Polytetrafluoräthylen mit einer Korngröße von >3 bis <10 µm, 20 Vol.% Glasfasern mit einem Durchmesser von ≤ 20 µm und einer Länge von ≤ 150 µm und 20 Vol.% Zinksulfid mit einer Korngröße von ≤ 1 µm, dessen Teilchen 0,5 Vol.% Bariumsulfat enthalten.

13. Verfahren zur Herstellung des Verbund-Gleitlagerwerkstoffs nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das in einem latenten Lösungsmittel dispergierte Polymere zusammen mit dem Zinksulfid bzw. Bariumsulfat sowie ggf. weiteren, die Reib- bzw. Gleiteigenschaften beeinflussenden Stoffen gemischt, das Gemisch in einer 0,01 bis 2 mm dicken Schicht auf den Rauhrund aufgetragen, bei Raumtemperatur auf den Rauhrund aufgewalzt, anschließend durch kontinuierliches Erwärmen auf ca. 400°C und kurzzeitiges Halten bei dieser Temperatur gesintert und dann die Reib- bzw. Gleitschicht kalibriert wird.

14. Verfahren zur Herstellung des Verbund-Gleitlagerwerkstoffs nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein aus Polymerem und Zinksulfid bzw. Bariumsulfat sowie ggf. weiteren, das Reib- bzw. Gleitverhalten beeinflussenden Stoffen bestehendes Gemisch extrudiert, der hergestellte Formkörper zu einem Band von 0,5 bis 2,5 mm Dicke kalandriert und auf den erwärmten Rauhrund aufgewalzt wird, wobei das Band eine Temperatur von max. 75°C annimmt, und daß abschließend das Halbzeug zum Zwecke der Aussinterung des Polymeren kontinuierlich auf 400°C erwärmt, kurzzeitig bei dieser Temperatur gehalten und abschließend kalibriert wird.

15. Verfahren zur Herstellung des Verbund-Gleitlagerwerkstoffs nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das pulverförmige Polymere zusammen mit dem pulverförmigen Zinksulfid bzw. Bariumsulfat sowie ggf. weiteren, das Reib- bzw. Gleitverhalten beeinflussenden Stoffen gemischt, das pulverförmige Gemisch auf den Rauhrund aufgestreut, kontinuierlich auf eine Temperatur von 280 bis 380°C erwärmt, dann verdichtet, in den Rauhrund eingewalzt und abschließend kalibriert wird.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Verbund-Gleitlagerwerkstoff, bei dem eine Matrix aus Polymerem so mit einem metallischen Rauhrund verbunden ist, daß über dem Rauhrund eine 0,01 bis 2,0 mm dicke Reib- bzw. Gleitschicht aus Polymerem vorhanden ist.

Wegen ihrer im Vergleich zu metallischen Gleitlagerwerkstoffen geringeren Festigkeit, ihrer größeren Wärmeausdehnung und ihrer schlechteren Wärmeleitung, ist die Verwendung von Polymeren zur Herstellung von Vollwand-Gleitlagern begrenzt. Dem wird dadurch begegnet, daß eine Matrix aus Polymerem ggf. mit Zusätzen u. a. von Blei, Molybdändisulfid, Graphit, gläsernen oder anderen anorganischen Fasern — einzeln oder zu mehreren — auf einen durch ein Metallgewebe oder Streckmetall gebildeten Rauhrund aufgewalzt oder aufgepreßt und dann gesintert wird (DD-PS 30 963, DE-PS 20 01 101, EP-PS 40 448).

Nach der DE-PS 29 28 081 ist das die Matrix bildende fluorhaltige Polymere entweder unmittelbar auf die durch mechanisches oder chemisches Aufrauen der Oberfläche einer metallischen, vorzugsweise aus Stahl bestehenden Stützschrift oder auf einen durch eine auf 5 die metallische Stützschrift porös aufgesinterter oder aufgespritzte 0,2 bis 0,6 mm dicke Schicht aus gute Reib- bzw. Gleiteigenschaften aufweisendem metallischem Werkstoff gebildeten Rauhrund in der Weise aufgewalzt oder aufgepreßt, daß über dem Rauhrund eine 10 aus der Matrix gebildete Reib- bzw. Gleitschicht von 30 bis 500 µm Dicke vorhanden ist. Durch den Rauhrund wird eine ausgezeichnete Verbindung der Matrix mit der Stützschrift erzielt. Dadurch ist garantiert, daß die aus dem Verbund-Gleitlagerwerkstoff hergestellten 15 Gleitlagerelemente hinsichtlich Preßsitz, elastischer Eigenschaften und Wärmeausdehnung den metallischen Gleitlagerwerkstoffen sehr ähnlich sind und daher auch vergleichsweise dünnwandig eingesetzt werden können. Gegenüber aus Polymeren gefertigten Vollwand-Gleitlagern haben die Lagerelemente aus Verbund-Gleitlagerwerkstoffen den Vorteil erhöhter Wärmeleitfähigkeit und Festigkeit. Auch sind die aus dem Verbund-Gleitlagerwerkstoff hergestellten Gleitlagerelemente 20 im allgemeinen sehr hoch belastbar bis ca. 150 N/mm², allerdings bei außerordentlich niedrigen Gleitgeschwindigkeiten von max. 1 m/s. Als echte Grenze gilt bei Trockenlauf 2 m/s, bei einer solchen Gleitgeschwindigkeit ist natürlich keine nennenswerte Belastung mehr möglich. Derartige Verbund-Gleitlagerwerkstoffe sind 30 deshalb hauptsächlich für oszillierenden Bewegungen unterworfenen Gleitlagerelemente, wie beispielsweise Gelenklager, eingesetzt. Aber auch als Führungsbuchsen in Stoßdämpfern für Kraftfahrzeuge haben sich die aus Verbund-Gleitlagerwerkstoffen gefertigten Gleitlagerelemente eine breite Anwendung gesichert. Da bei den aus Verbund-Gleitlagerwerkstoffen erzeugten wartungsfreien Gleitlagerelementen keine hydrodynamische Schmierung vorhanden ist, muß trotz der Zusätze von das Reib- bzw. Gleitverhalten verbessernden Stoffen, wie Blei, Molybdänsulfid, Graphit oder dergleichen, mit einem stetig fortschreitenden Verschleiß gerechnet werden.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, bei dem eingangs beschriebenen Verbund-Gleitlagerwerkstoff insbesondere die Verschleißfestigkeit der Reib- bzw. Gleitschicht zu verbessern und damit die Lebensdauer bzw. die Gebrauchsdauer der daraus hergestellten Gleitlager zu erhöhen, ohne jedoch das gute Reibverhalten, die gute Temperaturbeständigkeit, das günstige Wärmeausdehnungsverhalten und die feste Verbindung der Reib- bzw. Gleitschicht mit dem Rauhrund zu beeinträchtigen.

Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Matrix 5 bis 40 Vol.% Zinksulfid oder Bariumsulfat mit einer Korngröße von 0,1 bis 1,0 µm mit einer mittleren Korngröße von 0,3 µm enthält. Durch die Verwendung des ausgesprochenen feinteiligen Zinksulfids bzw. Bariumsulfats wird das Verschleißverhalten der Reib- bzw. Gleitschicht des Verbund-Gleitlagerwerkstoffs so deutlich verbessert, daß die Gebrauchsdauer um bis zu 35 % erhöht wird. Die anderen mechanisch-technologischen Eigenschaften werden dadurch nicht beeinträchtigt. Darüberhinaus wird der Einsatzbereich der aus dem Verbund-Gleitlagerwerkstoff hergestellten 65 Gleitlagerelemente verbreitert, da durch die Abwesenheit von Blei die Gleitlagerelemente beispielsweise auch für Maschinen der pharmazeutischen und Lebensmittel-

industrie verwendet werden können.

In der nicht vorveröffentlichten DE-PS ... (Patentanmeldung P 35 25 995.7) ist zwar ein Verbund-Gleitlagerwerkstoff zur Herstellung wartungsarmer Gleitlager beschrieben, bei dem auf einem auf einer metallischen Stützschrift, bestehend aus Stahl, Bronze oder einer hochfesten Aluminiumlegierung, befindlichen Rauhrund von 0,1 bis 0,35 mm Dicke eine Reib- bzw. Gleitschicht aus einer Matrix aus Polytetrafluoräthylen, die 10 ggf. das Reib- bzw. Gleitverhalten verbessernde Zusätze an Blei, Molybdänsulfid, Graphit, Kohlefasern, Glasfasern, Keramikfasern, Glaskugeln, Bariumsulfat, Zinksulfid, Bleiborosilikat einzeln oder zu mehreren in einer Menge von 5 bis 40 Vol.% enthalten kann, angeordnet ist. Da hier Zinksulfid und Bariumsulfat bezüglich der Verbesserung des Reib- und Gleitverhaltens von Polytetrafluoräthylen auf eine Stufe mit einer Reihe anderer Zusätze gestellt sind, kann die erfindungsgemäße Auswahl von Zinksulfid bzw. Bariumsulfat mit bestimmter 20 feinteiliger Korngröße nicht als bereits in der DE-PS ... (Patentanmeldung P 35 25 995.7) für den Fachmann vorbeschrieben angesehen werden.

Die Bezeichnung "Polymeres" umfaßt insbesondere die bekannten Polymere Polytetrafluoräthylen, Polyvinylidenfluorid, Polyethersulfon, Polyetheretherketon, Polyetherimid, Polyphenylensulfid, Polyacetal, Polyamid und Polyimid. Dieses Polymere bilden einzeln oder im Gemisch von wenigstens zweien im Volumenverhältnis von 5 bis 35% die Matrix der Reib- bzw. Gleitschicht des erfindungsgemäßen Verbund-Gleitlagerwerkstoffs.

Der Begriff "Zinksulfid" umfaßt auch solche Zinksulfidteilchen, die noch 1 bis 5 Vol.% Bariumsulfat und ggf. noch 0,05 bis 0,5 Vol.% Zinkoxid enthalten.

Wenn im Rahmen der weiteren Ausbildung der Erfindung die Matrix die Festigkeit erhöhende Zusätze von Glasfasern, Glasperlen, Kohlefasern, Keramikfasern und Aramidfasern einzeln oder zu mehreren in einer Menge von 5 bis 40 Vol.%, vorzugsweise 10 bis 25 Vol.%, enthält, üben Zinksulfid bzw. Bariumsulfat die Wirkung eines Trockenschmiermittels aus.

Die Kohlefasern, Glasfasern, Keramikfasern und Aramidfasern besitzen eine Länge von ≤ 500 µm, vorzugsweise 50 bis 300 µm, und einen Durchmesser von 100 µm, vorzugsweise 5 bis 50 µm. Die Glaskugeln weisen einen Durchmesser von 1 bis 50 µm auf.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäß ausgebildeten Verbund-Gleitlagerwerkstoffs besteht darin, daß die die Reib- bzw. Gleitschicht bildende Matrix aus einem Gemisch von 50 55 Vol.% PTFE mit einer Korngröße von > 3 bis < 10 µm, 15 Vol.% Glasfasern mit einem Durchmesser von ≤ 20 µm und einer Länge von ≤ 150 µm, 25 Vol.% Zinksulfid mit einer Korngröße von ≤ 1 µm und 5 Vol.% Aramidfasern mit einem Durchmesser von ≤ 10 µm und einer Länge von ≤ 300 µm besteht.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verbund-Gleitlagerwerkstoffs besteht die die Reib- bzw. Gleitschicht bildende Matrix aus 55 Vol.% Polyvinylidenfluorid mit einer Korngröße von > 60 bis < 315 µm, 25 Vol.% Zinksulfid mit einer Korngröße von ≤ 1 µm und 20 Vol.% Glaskugeln mit einer Korngröße von 1 bis 50 µm.

In einer dritten vorteilhaften Ausführungsform des Verbund-Gleitlagerwerkstoffs ist die die Reib- bzw. Gleitschicht bildende Matrix aus 60 Vol.% Polytetrafluoräthylen mit einer Korngröße von > 3 bis < 10 µm, 20 Vol.% Glasfasern mit einem Durchmesser von ≤ 20 µm und einer Länge von ≤ 150 µm und 20 Vol.%

Zinksulfid mit einer Korngröße von $\leq 1 \mu\text{m}$, das 0,5 Vol.% Bariumsulfat enthält, aufgebaut.

Bei einer vierten Ausführungsform des Verbund-Gleitlagerwerkstoffs besteht die Reib- bzw. Gleitschicht bildende Matrix aus 75 Vol.% Polytetrafluoräthylen mit einer Korngröße von > 3 bis $< 10 \mu\text{m}$ und 25 Vol.% Bariumsulfat mit einer Korngröße von $\leq 1 \mu\text{m}$.

Die Matrix befindet sich unmittelbar auf der mechanisch oder chemisch aufgerauten Oberfläche einer metallischen, insbesondere aus Stahl, Bronze oder einer hochfesten Aluminiumlegierung bestehender Stützschiicht. Nach einer vorzugsweisen Möglichkeit ist die die Reib- bzw. Gleitschicht bildende Matrix auf einen auf eine metallische Stützschiicht porös aufgesinterten oder aufgespritzten Rauhrund aus Bronze aufgetragen. Als Rauhrund kann auch ein Streckmetall benutzt werden.

Das außerordentlich feinteilige Zinksulfid bzw. Bariumsulfat ermöglicht eine sehr gute Dispergierbarkeit in dem Polymeren. Bedingt dadurch wird sowohl der Verschleiß der Reib- bzw. Gleitschicht deutlich gesenkt, als auch mechanische Ermüdungsrisse in der Matrix vermieden. Das gilt auch bei sehr hohen Verarbeitungstemperaturen, so daß die guten Eigenschaften des Polymeren voll erhalten bleiben. Da sich Zinksulfid und Bariumsulfat antikorrosiv verhalten, entsteht kein korrosiver Angriff auf den Gleitpartner.

Der erfindungsgemäße Verbund-Gleitlagerwerkstoff wird in der Weise hergestellt, daß das in einem latenten Lösungsmittel dispergierte Polymere zusammen mit dem Zinksulfid bzw. Bariumsulfat sowie ggf. weiteren, die Reib- bzw. Gleiteigenschaften beeinflussenden Stoffen gemischt, das Gemisch in einer 0,01 bis 2 mm dicken Schicht auf den Rauhrund aufgetragen, bei Raumtemperatur auf den Rauhrund aufgewalzt, anschließend durch kontinuierliches Erwärmen auf ca. 400°C und kurzzeitiges Halten bei dieser Temperatur gesintert und dann die Reib- bzw. Gleitschicht kalibriert wird.

Eine andere Möglichkeit der Herstellung des Verbund-Gleitlagerwerkstoffs besteht darin, daß die aus Polymerem und Zinksulfid bzw. Bariumsulfat sowie ggf. weitere, das Reib- bzw. Gleitverhalten beeinflussenden Stoffen erzeugte Mischung extrudiert, der hergestellte Formkörper zu einem Band von 0,5 bis 2,5 mm Dicke kalandriert und dann auf den Rauhrund aufgewalzt wird, wobei der Rauhrund vorher auf eine solche Temperatur erwärmt wird, daß das Band eine Temperatur von maximal 75°C annehmen kann. Abschließend wird das Halbzeug kontinuierlich auf 400°C erwärmt, bei dieser Temperatur zum Zwecke der Aussinterung des Polymeren kurzzeitig gehalten und abschließend kalibriert.

Die Herstellung des Verbund-Gleitlagerwerkstoffes kann auch so durchgeführt werden, daß das pulverförmige Polymere zusammen mit dem pulverförmigen Zinksulfid bzw. Bariumsulfat sowie ggf. weiteren, das Reib- bzw. Gleitverhalten beeinflussenden Stoffen gemischt und das pulverförmige Gemisch auf den Rauhrund aufgestreut und danach kontinuierlich auf eine Temperatur von 280 bis 380°C erwärmt wird. In einem anschließenden Walzvorgang wird das Polymere verdichtet, in den Rauhrund eingewalzt und abschließend kalibriert.

In der Zeichnung ist die Erfindung näher und beispielsweise erläutert:

Gemäß Fig. 1 besteht der Verbund-Gleitlagerwerkstoff aus einer Trägerschicht (1) aus Stahl, einem darauf

porös aufgesinterten Rauhrund (2) aus Zinn-Blei-Bronze mit einem offenen Porenvolumen von 35% und der auf den Rauhrund (2) aufgewalzten Matrix (3) aus Polytetrafluoräthylen mit 20 Vol.% Zinksulfidteilchen und 20 Vol.% Glasfasern. Die Dicke der über dem Rauhrund (2) befindlichen Reib- bzw. Gleitschicht (4) beträgt 0,35 mm.

Im Diagramm nach Fig. 2 ist die Abhängigkeit des Verschleißes vom Gleitweg für diesen Verbund-Gleitlagerwerkstoff durch Kurve 1 dargestellt. Die Kurve 2 zeigt den Verschleiß für den gleichen Verbund-Gleitlagerwerkstoff, bei dem jedoch anstelle von Zinksulfid Bariumsulfat verwendet wurde.

Das Verschleißverhalten eines Verbund-Gleitlagerwerkstoffs nach dem Stand der Technik, dessen die Reib- bzw. Gleitschicht bildende Matrix aus Polytetrafluoräthylen mit 20 Vol.% Blei und 20 Vol.% Glasfasern besteht, ist durch Kurve 3 wiedergegeben.

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

36 01 569
C 08 J 5/16
21. Januar 1986
23. Juli 1987

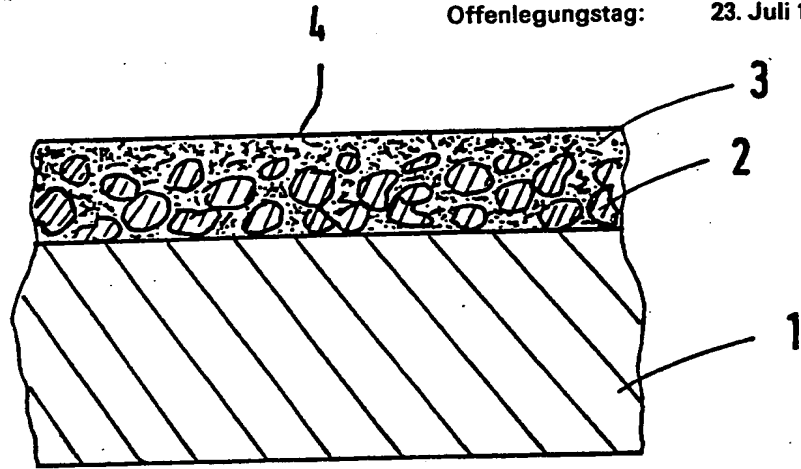


FIG. 1

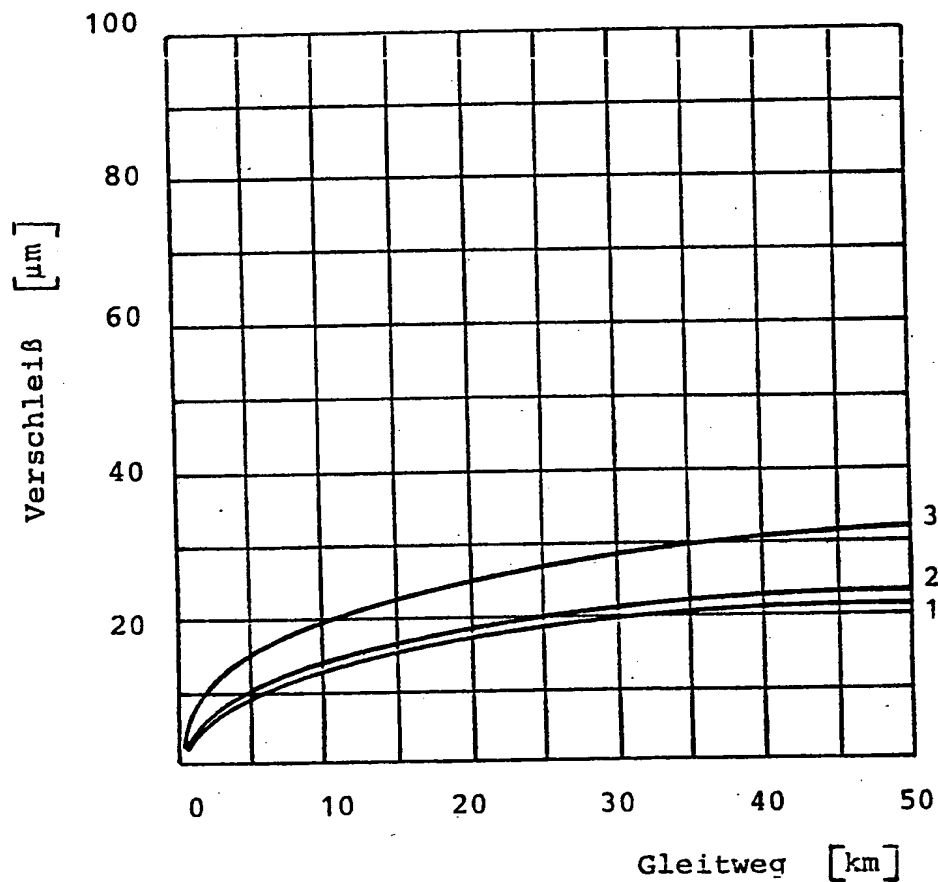


FIG. 2

708 830/278